

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-246917

(43)公開日 平成9年(1997)9月19日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 03 J 7/02			H 03 J 7/02	
H 04 L 7/02			H 04 L 27/06	Z
27/06			7/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-47546

(22)出願日 平成8年(1996)3月5日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 久保 博嗣

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

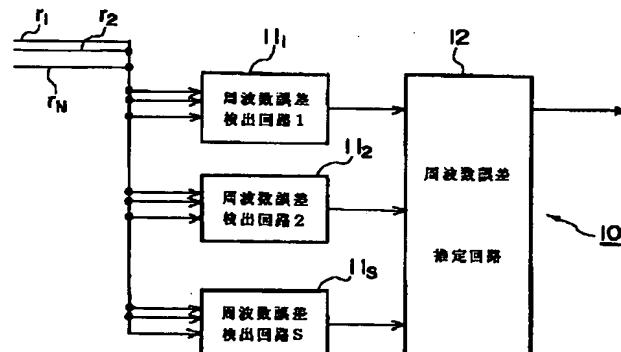
(74)代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54)【発明の名称】周波数誤差推定装置

(57)【要約】

【課題】フェージングに対処しつつ、広い位相ずれ捕獲範囲を維持したまま高い周波数推定精度を実現することができる周波数誤差推定装置を提供する。

【解決手段】各周波数誤差検出回路 11_1 、 11_2 、 11_S は、遅延検波シンボル数1、2、4で複数系統の受信信号 r_1 、 r_2 、 r_N を遅延検波し、その検波結果に基づいて受信信号の周波数誤差を検出する。各周波数誤差検出回路 11_1 、 11_2 、 11_S で検出された周波数誤差同士は、周波数誤差推定装置 12 で比較される。遅延検波シンボル数1の周波数誤差検出回路 11_1 で検出された周波数誤差に基づいて、遅延検波シンボル数2の周波数誤差検出回路 11_2 で検出された2つの周波数誤差候補の中から周波数誤差が推定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1位相ずれ捕捉範囲および第1推定精度を有し、第1位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する第1周波数誤差検出回路と、第1位相ずれ捕捉範囲よりも狭い第2位相ずれ捕捉範囲および第1推定精度よりも正確な第2推定精度を有し、第2位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する少なくとも1つの第2周波数誤差検出回路と、第1および第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差同士を比較し、比較結果に基づいて、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差を推定する周波数誤差推定回路とを備えることを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項2】 請求項1に記載の周波数誤差推定装置において、前記第1および第2周波数誤差検出回路は、複数系統からの受信信号から捕捉された複数の位相ずれをダイバーシチ合成するダイバーシチ合成回路を有することを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項3】 請求項2に記載の周波数誤差推定装置において、前記ダイバーシチ合成回路は、予め決められた重み付けに従って前記複数系統の位相ずれを互いに加算することを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の周波数誤差推定装置において、入力される送信系列に基づき前記受信信号を逆変調し、前記受信信号の変調成分を除去する逆変調回路を備えることを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項5】 請求項1～3のいずれかに記載の周波数誤差推定装置において、前記受信信号に対して過倍処理を施し、前記受信信号の変調成分を除去する過倍回路を備えることを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項6】 請求項1に記載の周波数誤差推定装置において、複数の前記第2周波数誤差検出回路は各々異なる第2位相ずれ捕捉範囲および第2推定精度を有することを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項7】 請求項6に記載の周波数誤差推定装置において、前記周波数誤差推定回路は、第2位相ずれ捕捉範囲が大きい順に第2周波数誤差検出回路を比較の対象とし、比較の結果得られた周波数誤差と、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差とを次々に比較していくことを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項8】 請求項1～7のいずれかに記載の周波数誤差検出装置において、前記周波数誤差推定回路は、第2位相ずれ捕捉範囲に応じて前記第2周波数誤差検出回路の結果に基づいて複数の周波数誤差候補を推定し、第1周波数誤差検出回路で得られた結果に基づいて周波数偏差候補の中から周波数偏差を選択することによって周波数誤差を推定することを特徴とする周波数誤差検出装置。

【請求項9】 任意の遅延検波シンボル数で受信信号を遅延検波し、検波結果に基づいて受信信号の周波数誤差を検出する第1周波数誤差検出回路と、第1周波数誤差検出回路よりも大きな遅延検波シンボル数で受信信号を遅延検波し、検波結果に基づいて受信信号の周波数誤差を検出する少なくとも1つの第2周波数誤差検出回路と、第1および第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差同士を比較し、比較結果に基づいて、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差を推定する周波数誤差推定回路とを備えることを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項10】 請求項9に記載の周波数誤差推定装置において、前記周波数誤差推定回路は、遅延検波シンボル数の小さい順に第2周波数誤差検出回路を比較の対象とし、比較の結果得られた周波数誤差と、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差とを次々に比較していくことを特徴とする周波数誤差推定装置。

【請求項11】 請求項9または10に記載の周波数誤差検出装置において、前記周波数誤差推定回路は、シンボル数に応じて前記第2周波数誤差検出回路で得られた結果に基づいて複数の周波数誤差候補を推定し、第1周波数誤差検出回路で得られた結果に基づいて周波数偏差候補の中から周波数偏差を選択することによって周波数誤差を推定することを特徴とする周波数誤差検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、例えば、自動車電話等の移動体通信といったデジタルデータ伝送に用いられる受信機、特に、受信側および送信側間の周波数誤差を補償する自動周波数制御（AFC: Automatic Frequency Control）を具備した受信機に関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタルデータ伝送では、送信側の変調回路および受信側の復調回路に用いられる発振器同士間の周波数偏差や、伝送路で付加されるドップラーシフトによって、受信側および送信側間で周波数誤差が生じる。この周波数誤差が存在すると、時間の経過とともに受信信号の位相が位相平面上で回転してしまう。その結果、受信側の復調回路では送信データの判定を誤るおそれが生じる。受信側では、この周波数誤差を推定し、推定した周波数誤差を補償する必要がある。

【0003】 従来の周波数誤差推定装置は、例えば、E. Biglieri外著「Doppler Frequency Shift Estimation for Differentially Coherent CPM」（IEEE Transactions on Communications Vol. 38, No. 10, pp 1659～1663, 1990年10月）に開示される。この周波数誤差推定装置100は、

図16に示すように、受信信号の変調成分を除去する遅倍回路101と、受信信号に遅延検波を施して1シンボル間に生じる位相変化を検出する遅延検波回路102と、検出された位相変化に基づいて周波数誤差を算出する周波数誤差計算回路103とを備える。

【0004】図17を参照し、時刻nにおける受信信号r_nに対して遅延検波シンボル数Dの遅延検波を施した場合を考える。時刻(n-D)における受信信号をr_(n-D)と定義すると、遅延検波結果d_nはr_nとr_(n-D)との複素共役の積に相当する。この遅延検波結果d_nは、シンボル数D間に生じた位相回転量を示している。すなわち、1シンボル当たりの周波数誤差は、遅延検波結果d_nを遅延検波シンボル数Dで除算して得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】受信信号に雑音が重畳されている場合、雑音による周波数誤差に起因する周波数誤差の推定揺らぎが生じる。この推定揺らぎ電力は遅延検波シンボル数Dに依存しない。したがって、遅延検波シンボル数Dを大きくとて、遅延検波結果d_nの位相成分を1シンボル当たりの周波数誤差に変換(除算)した方が推定精度を高めることができる。

【0006】その一方で、一般に、遅延検波では、 $\pm\pi$ の範囲でしか位相変化を検出することができない。周波数誤差に起因して1シンボルで $\pm\pi/D$ 以上変化する周波数偏差を検出することはできない。推定精度を高めるべく遅延検波シンボル数Dを大きくとると、位相ずれ捕捉範囲が狭くなってしまう。

【0007】本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、フェージングに対処しつつ、広い位相ずれ捕捉範囲を維持したまま高い周波数推定精度を実現することができる周波数誤差推定装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1発明は、第1位相ずれ捕捉範囲および第1推定精度を有し、第1位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する第1周波数誤差検出回路と、第1位相ずれ捕捉範囲よりも狭い第2位相ずれ捕捉範囲および第1推定精度よりも正確な第2推定精度を有し、第2位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する少なくとも1つの第2周波数誤差検出回路と、第1および第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差同士を比較し、比較結果に基づいて、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差を推定する周波数誤差推定回路とを備えることを特徴とする周波数誤差推定装置が提供される。

【0009】また、第2発明によれば、第1発明に係る周波数誤差推定装置において、前記第1および第2周波数誤差検出回路は、複数系統からの受信信号から捕捉さ

れた複数の位相ずれをダイバーシチ合成するダイバーシチ合成回路を有することを特徴とする。

【0010】さらに、第3発明によれば、第2発明に係る周波数誤差推定装置において、前記ダイバーシチ合成回路は、予め決められた重み付けに従って前記複数系統の位相ずれを互いに加算することを特徴とする。

【0011】さらにまた、第4発明によれば、第1～第3発明のいずれかに係る周波数誤差推定装置において、入力される送信系列に基づき前記受信信号を逆変調し、10前記受信信号の変調成分を除去する逆変調回路を備えることを特徴とする。

【0012】さらにまた、第5発明によれば、第1～第3発明のいずれかに係る周波数誤差推定装置において、前記受信信号に対して遅倍処理を施し、前記受信信号の変調成分を除去する遅倍回路を備えることを特徴とする。

【0013】さらにまた、第6発明によれば、第1発明に係る周波数誤差推定装置において、複数の前記第2周波数誤差検出回路は各々異なる第2位相ずれ捕捉範囲および第2推定精度を有することを特徴とする。

【0014】さらにまた、第7発明によれば、第6発明に係る周波数誤差推定装置において、前記周波数誤差推定回路は、第2位相ずれ捕捉範囲が大きい順に第2周波数誤差検出回路を比較の対象とし、比較の結果得られた周波数誤差と、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差とを次々に比較していくことを特徴とする。

【0015】さらにまた、第8発明によれば、第1～第7発明のいずれかに係る周波数誤差検出装置において、前記周波数誤差推定回路は、第2位相ずれ捕捉範囲に応じて前記第2周波数誤差検出回路の結果に基づいて複数の周波数誤差候補を推定し、第1周波数誤差検出回路で得られた結果に基づいて周波数偏差候補の中から周波数偏差を選択することによって周波数誤差を推定することを特徴とする。

【0016】さらにまた、第9発明によれば、任意の遅延検波シンボル数で受信信号を遅延検波し、検波結果に基づいて受信信号の周波数誤差を検出する第1周波数誤差検出回路と、第1周波数誤差検出回路よりも大きな遅延検波シンボル数で受信信号を遅延検波し、検波結果に基づいて受信信号の周波数誤差を検出する少なくとも1つの第2周波数誤差検出回路と、第1および第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差同士を比較し、比較結果に基づいて、第2周波数誤差検出回路で検出された周波数誤差を推定する周波数誤差推定回路とを備えることを特徴とする周波数誤差推定装置が提供される。

【0017】さらにまた、第10発明によれば、第9発明に係る周波数誤差推定装置において、前記周波数誤差推定回路は、遅延検波シンボル数の小さい順に第2周波数誤差検出回路を比較の対象とし、比較の結果得られた周波数誤差と、第2周波数誤差検出回路で検出された周

波数誤差とを次々に比較していくことを特徴とする。

【0018】さらにまた、第11発明によれば、第9または第10発明に係る周波数誤差検出装置において、前記周波数誤差推定回路は、シンボル数に応じて前記第2周波数誤差検出回路で得られた結果に基づいて複数の周波数誤差候補を推定し、第1周波数誤差検出回路で得られた結果に基づいて周波数偏差候補の中から周波数偏差を選択することによって周波数誤差を推定することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の好適な実施形態を説明する。

【0020】図1は本発明の第1実施形態に係る周波数誤差推定装置を示す。この周波数誤差推定装置10は、1以上の遅延検波シンボル数で系統ごとに受信信号 r_1, r_2, r_N を遅延検波し、複数系統の検波結果に基づいて受信信号の周波数誤差を検出する複数の周波数誤差検出回路、すなわち、第1位相ずれ捕捉範囲および第1推定精度を有し、第1位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する第1周波数誤差検出回路と、第1位相ずれ捕捉範囲よりも狭い第2位相ずれ捕捉範囲および第1推定精度よりも正確な第2推定精度を有し、第2位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する第2周波数誤差検出回路と、第2位相ずれ捕捉範囲よりも狭い第S位相ずれ捕捉範囲および第2推定精度よりも正確な第S推定精度を有し、第S位相ずれ捕捉範囲内で受信信号の位相ずれを捕捉し、捕捉結果を用いて受信信号の周波数誤差を検出する第1、第2および第S周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ を備える。周波数誤差推定回路12は、複数の周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ で検出された周波数誤差同士を比較し、比較結果に基づいて精度の高い周波数誤差を推定する。

【0021】各周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ は、図2に示すように、複素平面上での遅延検波を利用して、周波数誤差に起因する位相差を検出する遅延検波形位相差検出回路13と、検出された位相差(複素数)を平均化して雑音成分を抑圧する平均化回路14と、平均化された複素数を周波数誤差の検出値に変換する位相/周波数変換回路15とを備える。ただし、各周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ の遅延検波シンボル数は相互に異なる。例えば、第1周波数誤差検出回路 1_{11} から順に、1、2、4、…といった遅延検波シンボル数が設定される。

【0022】各遅延検波形位相差検出回路13は、図3に示すように、系統ごとの受信信号 r_1, r_2, r_N を個別に遅延検波するN個の遅延検波回路16と、系統ごとに遅延検波された複数系統の検波結果をダイバーシチ合成するダイバーシチ合成回路17とを備える。ダイバ

ーシチ合成回路17では、例えば、検波結果の最大値が選択されたり、予め決められた重み付けに従って検波結果が加算されたりする。遅延検波回路16の遅延検波シンボル数は、各遅延検波形位相差検出回路13ごとに共通化される。

【0023】各遅延検波回路16は、図4に示すように、受信信号に遅延検波シンボル数に相当する遅延を与える遅延回路18と、遅延された信号(複素数)の複素共役を出力する複素共役回路19と、受信信号に複素共役を複素乗算させ、複素数の遅延検波出力として出力する複素乗算回路20とを備える。

【0024】位相/周波数変換回路15は、図5に示すように、入力された複素数を極座標変換して位相成分を抽出する直交/極座標変換回路21と、対応する遅倍数や遅延検波シンボル数を用いて、抽出された位相成分を除算する除算回路22とを備える。

【0025】周波数誤差推定回路12は、図6に示すように、周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ の個数よりも1つ少ない個数すなわち($S-1$)個の周波数誤差補正回路23を備える。第1周波数誤差補正回路 2_{31} は、第1および第2周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}$ の周波数誤差を比較し、比較結果を出力する。出力された比較結果は第2周波数誤差補正回路 2_{32} に入力され、この第2周波数誤差補正回路 2_{32} では、前述の比較結果で得られた周波数誤差と第3周波数誤差検出回路 1_{13} の周波数誤差とが比較される。その比較結果が第3周波数誤差補正回路 2_{33} に入力されるといった具合に、比較の結果得られた周波数誤差は、一層高次の遅延検波シンボル数で検出された周波数誤差と次々に比較されていく。

【0026】次に第1実施形態に係る周波数誤差推定装置の動作を説明する。いま、周波数誤差により1シンボルに $\pi/4$ 位相が回転する場合を考える。図7に示すように、遅延検波シンボル数1、2、4での遅延検波結果の平均値は複素平面上で A_1, A_2, A_4 で示される。ここで、平均値における雑音に起因する揺らぎ電力は遅延検波シンボル数に拘わらずほぼ一定である。

【0027】まず、受信信号 r_1, r_2, r_N は、図1に示すように、各周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ に入力される。各周波数誤差検出回路 $1_{11}, 1_{12}, 1_{1S}$ では、図3に示すように、各遅延検波回路16が個別に受信信号 r_1, r_2, r_N を遅延検波する。こうして得られた複数系統の位相差はダイバーシチ合成回路17によってダイバーシチ合成される。合成された位相差は、平均化され、周波数に変換される(図2参照)。その結果、第1周波数誤差検出回路 1_{11} では遅延検波シンボル数1の遅延検波によって周波数誤差が検出され、第2周波数誤差検出回路 1_{12} では遅延検波シンボル数2の遅延検波によって周波数誤差が検出され、第S周波数誤差検出回路 1_{1S} では遅延検波シンボ

7

ル数4の遅延検波によって周波数誤差が検出される。

【0028】各周波数誤差検出回路111、112、11sでは、ダイバーシチ合成によって複数系統の検波結果から周波数誤差を検出するので、フェーディングによる周波数推定特性の低下を回避することができる。

【0029】統いて、周波数誤差推定回路12は、遅延検波シンボル数に依存する位相ずれ捕捉範囲および周波数誤差推定精度を基準にして、各周波数誤差検出回路111、112、11sから出力された周波数誤差を選択していく。図6を参照し、第1周波数誤差補正回路231は、第1および第2周波数誤差検出回路111、112で得られた周波数誤差を比較する。図8に示すように、遅延検波シンボル数1の第1周波数誤差検出回路111では、 $\pm\pi$ の範囲で1個の周波数誤差A11を検出することができる。一方、遅延検波シンボル数2の第2周波数誤差検出回路112では、 $\pm\pi$ の範囲で2つの周波数誤差候補A21、A22を挙げることができる。周波数誤差の検出範囲が $2\pi/D$ (=シンボル数)に絞られてしまうからである。ここで、第1周波数誤差補正回路231は、第1周波数誤差検出回路111の周波数誤差A11に近接した周波数誤差候補A21を周波数誤差として出力する。

【0030】こうして、周波数誤差推定回路12では、遅延検波シンボル数1の検出範囲を確保しつつ、遅延検波シンボル数2の検出精度を確保することができる。したがって、広い検出範囲と高い検出精度とを両立させることができるとなる。

【0031】統いて、再び図8に示すように、第2周波数誤差補正回路232は、第1周波数誤差補正回路231で得られた周波数誤差を参照しつつ、同様に、第5周波数誤差検出回路11sで得られた4つの周波数誤差候補A41、A42、A43、A44の中から1つの周波数誤差A41を選択する。この時点で、遅延検波シンボル数1の検出範囲を確保しつつ、遅延検波シンボル数4の検出精度が得られたこととなる。このような処理を順次繰り返すことによって、一層精度の高い周波数誤差を推定することが可能となる。

【0032】図9は本発明の第2実施形態に係る周波数誤差推定装置を示す。この周波数誤差推定装置30では、各周波数誤差検出回路111、112、11sに入力される受信信号r1、r2、rNに入力に先立って逆変調が施され、受信信号r1、r2、rNの変調成分が除去されることが特徴とされる。逆変調回路31は、並列的に入力される送信系列sに基づき逆変調処理を行う。例えば、送信信号が2相PSK(Binary Phase Shift Keying)の場合、位相平面上で送信信号が1であればそのまま受信信号を出力し、位相平面上で送信信号が-1であれば受信信号の符号を反転して出力する。なお、前述の第1実施形態と同様な構成に関しては同一の参照符号を付してその詳細な

説明を省略する。

【0033】図10は本発明の第3実施形態に係る周波数誤差推定装置を示す。この周波数誤差推定装置40では、各周波数誤差検出回路111、112、11sで前述の逆変調処理が施されることが特徴とされる。図11に示すように、送信系列sは遅延検波形位相差検出回路42に供給される。遅延検波形位相差検出回路42では、例えば図12に示すように、ダイバーシチ合成回路17の後段に逆変調回路31が設けられたり、例えば図13に示すように、ダイバーシチ合成回路17の前段に逆変調回路31が設けられたりする。なお、前述の実施形態と同様な構成に関しては同一の参照符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0034】なお、こういった逆変調回路31に代えて、例えば図14および図15に示すように、遙倍回路43を用いて受信信号の変調を除去してもよい。いずれの場合にも、位相/周波数変換回路15の除算回路22で遙倍数に応じた除算を行う必要がある。遙倍回路43では、例えばM相PSKの受信信号に対してM乗処理が施される。

【0035】

【発明の効果】以上のように第1発明によれば、第1周波数誤差検出回路の比較的に広い位相ずれ捕捉範囲内で、かつ、第2周波数誤差検出回路の比較的に高い推定精度で、周波数誤差を検出することができる。

【0036】また、第2および第3発明によれば、複数の系統からの受信信号からの位相ずれをダイバーシチ合成するので、耐フェーディング特性を向上させることができる。

【0037】さらに、第4発明によれば、受信信号に逆変調を施すことによって、確実な周波数誤差検出を実現することができる。

【0038】さらにまた、第5発明によれば、受信信号に遙倍処理を施すことによって、確実な周波数誤差検出を実現することができる。

【0039】さらにまた、第6および第7発明によれば、一層推定精度の高い第2周波数誤差検出回路の個数を逐次増加させていくことによって、個数の増加に応じて一層推定精度を高めることができる。

【0040】さらにまた、第8発明によれば、位相ずれ捕捉範囲の比較的に広い周波数誤差検出回路で得られた周波数誤差を指標として、位相ずれ捕捉範囲の比較的に狭い周波数誤差検出回路での複数の推定結果から正しい周波数誤差を選択することができる。

【0041】さらにまた、第9発明によれば、第1周波数誤差検出回路の比較的に広い位相ずれ捕捉範囲内で、かつ、第2周波数誤差検出回路の比較的に高い推定精度で、周波数誤差を検出することができる。

【0042】さらにまた、第10発明によれば、一層推定精度の高い第2周波数誤差検出回路の個数を逐次増加

させていくことによって、個数の増加に応じて一層推定精度を高めることができる。

【0043】さらにまた、第11発明によれば、位相ずれ捕捉範囲の比較的に広い周波数誤差検出回路で得られた周波数誤差を指標として、位相ずれ捕捉範囲の比較的に狭い周波数誤差検出回路での複数の推定結果から正しい周波数誤差を選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る周波数誤差推定装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 周波数誤差検出回路の構成を示すブロック図である。

【図3】 遅延検波形位相差検出回路のブロック図である。

【図4】 遅延検波回路の構成を示すブロック図である。

【図5】 位相/周波数変換回路の構成を示すブロック図である。

【図6】 周波数誤差推定回路の構成を示すブロック図である。

【図7】 遅延検波結果の平均値を示す複素平面図である。

【図8】 遅延検波結果の比較関係を示す複素平面図である。

【図9】 本発明の第2実施形態に係る周波数誤差推定装置の構成を示すブロック図である。

【図10】 本発明の第3実施形態に係る周波数誤差推定装置の構成を示すブロック図である。

【図11】 周波数誤差検出回路の構成を示すブロック図である。

【図12】 遅延検波形位相差検出回路のブロック図である。

【図13】 遅延検波形位相差検出回路のブロック図である。

【図14】 遅延検波形位相差検出回路のブロック図である。

【図15】 遅延検波形位相差検出回路のブロック図である。

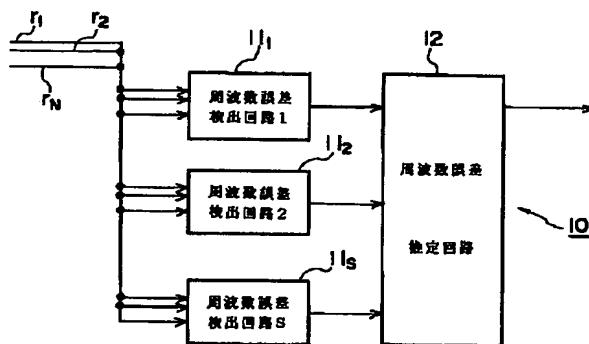
【図16】 従来の周波数誤差推定回路の構成を示すブロック図である。

【図17】 遅延検波を説明する複素平面図である。

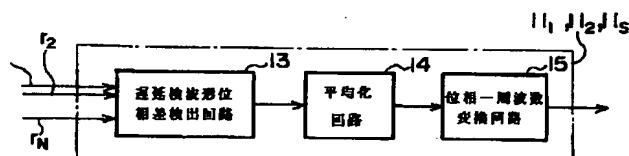
【符号の説明】

10, 30, 40 周波数誤差推定装置、111, 411 第1周波数誤差検出回路、112, 412 第2周波数誤差検出回路、115, 415 他の第2周波数誤差検出回路としての第5周波数誤差検出回路、12 周波数誤差推定回路、17 ダイバーシチ合成回路、31 逆変調回路、43 通倍回路。

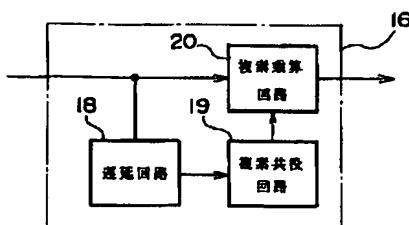
【図1】



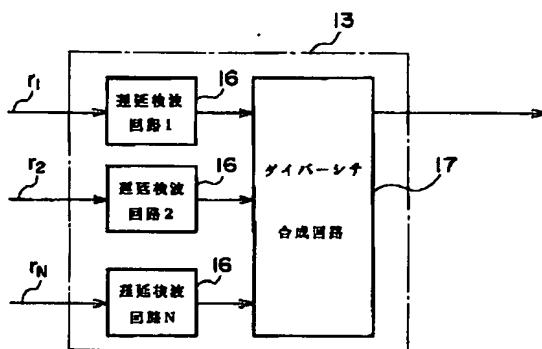
【図2】



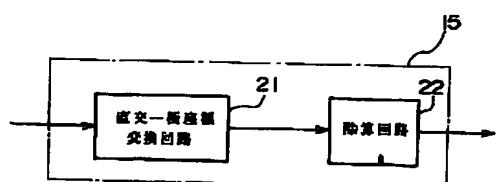
【図4】



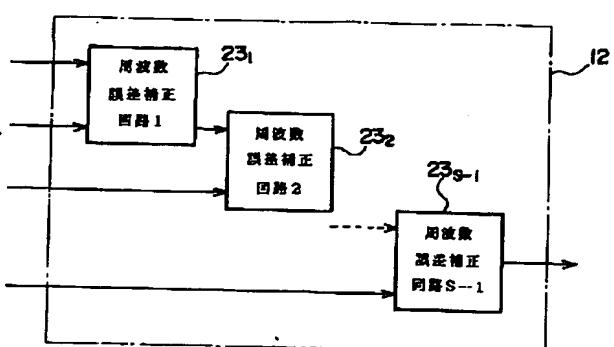
【図3】



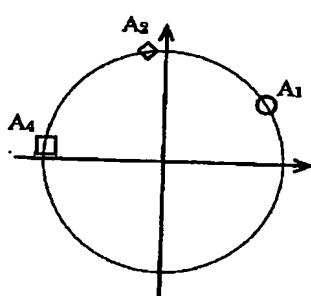
【図5】



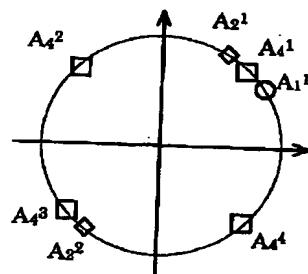
【図6】



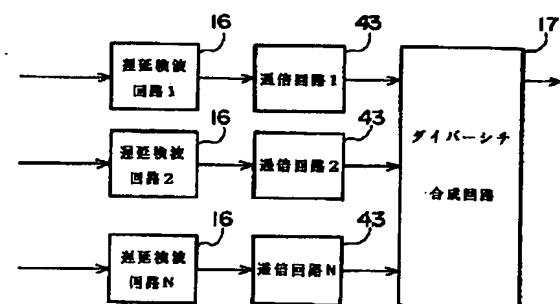
【図7】



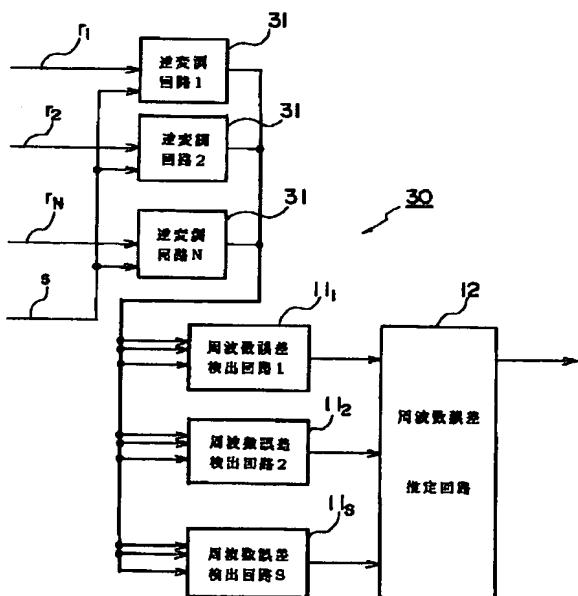
【図8】



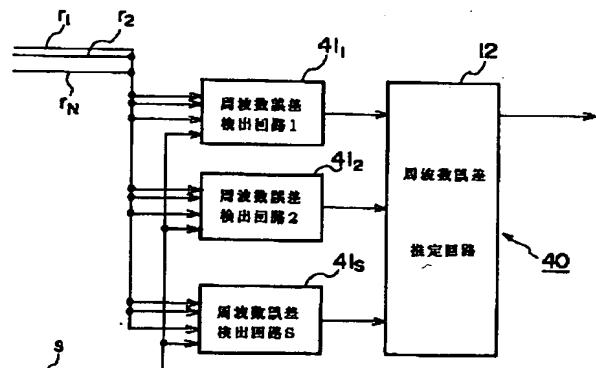
【図15】



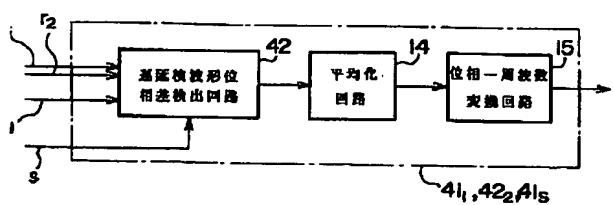
【図9】



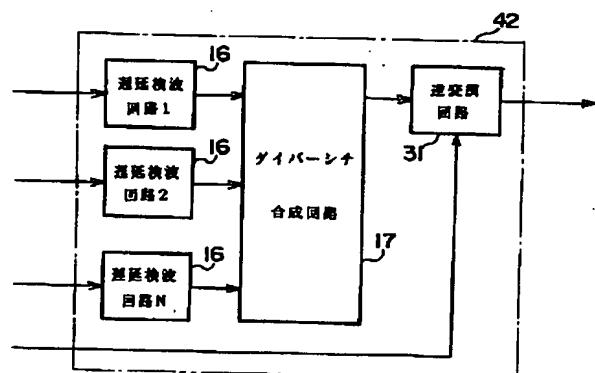
【図10】



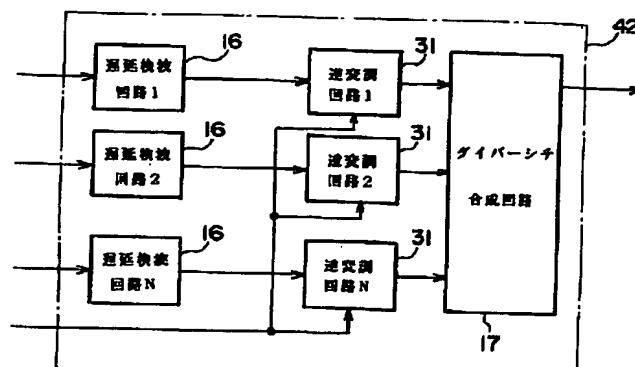
【図11】

41₁, 42₂, 41₅

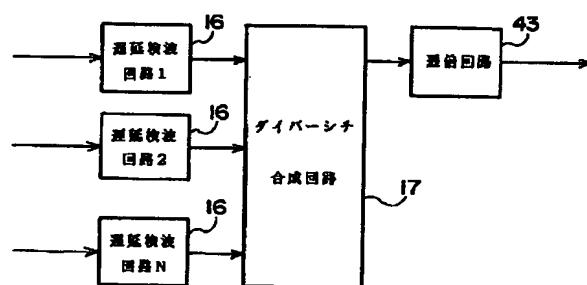
【図12】



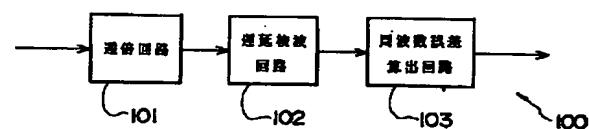
【図13】



【図14】



【図16】



【図17】

